

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-077980

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl.

H04Q 7/36
H04B 7/04
H04B 7/06
H04B 7/08
H04B 7/26
H04B 17/00
H04J 3/00
H04J 15/00

(21)Application number : 2000-256525

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 25.08.2000

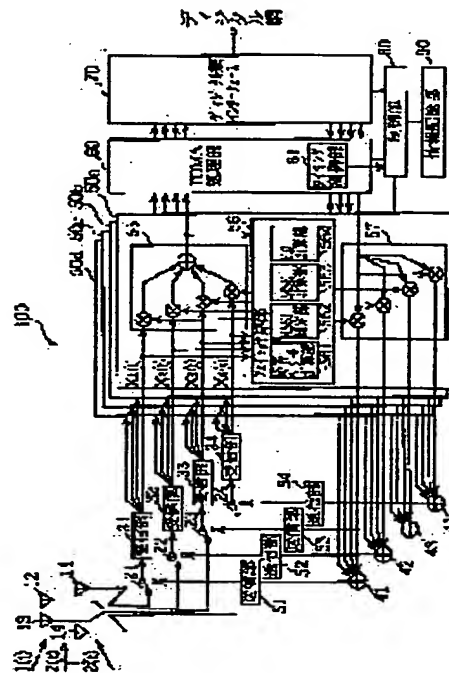
(72)Inventor : MIYATA TAKEO
ITO TADAYOSHI

(54) RADIO BASE STATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a radio base station wherein the accuracy of judgment of acceptability of spatial multiplexing is enhanced and the quality of communication between radio base station and mobile station is consistently ensured.

SOLUTION: A radio base station 100 is a radio base station that communicates with a plurality of mobile stations. Based on an index indicating the communication quality of a mobile station requesting new establishment of a link channel to be stored in an information storage portion 90, a control portion 80 decides whether to communicate between the mobile station and a mobile station already in communication by spatial multiplexing. If the control portion decides that spatial multiplexing should be used, the control portion communicates between the mobile station and the mobile station already in communication by special multiplexing.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-77980

(P2002-77980A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(51) Int.Cl'	識別記号	F I	マーク*(参考)	
H 0 4 Q	7/36	H 0 4 B	7/04	5 K 0 2 2
H 0 4 B	7/04		7/06	5 K 0 2 8
	7/06		7/08	D 5 K 0 4 2
	7/08		17/00	D 5 K 0 5 9
	7/26			M 5 K 0 6 7

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-256525(P2000-256525)

(22) 出願日 平成12年8月25日 (2000.8.25)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 宮田 健雄

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 伊藤 忠芳

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(74) 代理人 100090446

弁理士 中島 司朗

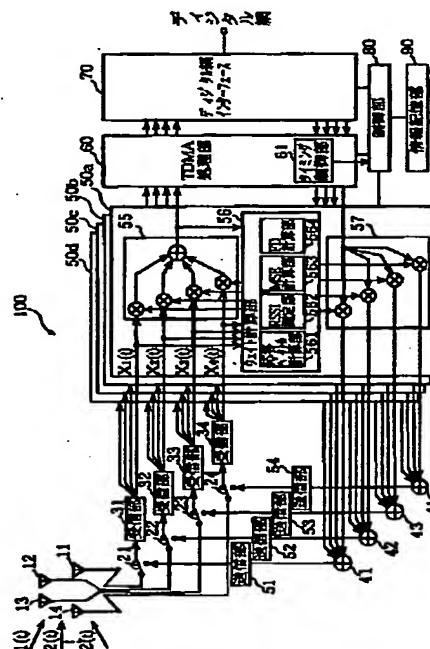
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線基地局

(57) 【要約】

【課題】 空間多重の適否判断の精度を向上し、無線基地局と移動局との間において一定の通信品質を保証することができる無線基地局を提供する。

【解決手段】 無線基地局100は、複数の移動局と通信する無線基地局であって、制御部80が、情報記憶部90に記憶される新規にリンクチャネル確立要求を送信してきた移動局の通信品質を示す指標に基づいて、当該移動局と既に通信中の移動局とを空間多重して通信するか否かを判定し、空間多重すると判定した場合に当該移動局と既に通信中の移動局とを空間多重して通信する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の移動局と通信する無線基地局であって、

第1の移動局の通信品質を示す指標に基づいて、前記第1の移動局と第2の移動局とを空間多重通信するか否かを判定する判定手段と、
空間多重すると判定された場合に前記第1の移動局と前記第2の移動局とを空間多重通信する通信手段とを備えることを特徴とする無線基地局。

【請求項2】 前記指標は、無線基地局から前記第1の移動局への信号の送信タイミングと無線基地局から前記第2の移動局への信号の送信タイミングとの間の送信タイミング差であり、
前記判定手段は前記送信タイミング差が所定タイミング差より大きい場合に空間多重通信すると判定することを特徴とする請求項1記載の無線基地局。

【請求項3】 前記指標は、前記第1の移動局から得られる信号と所望の信号とから算出される誤差であり、
前記判定手段は前記誤差が所定値より低い場合に空間多重通信すると判定することを特徴とする請求項1記載の無線基地局。

【請求項4】 前記指標は、自局が算出する前記第1の移動局の単位時間あたりの移動量であり、
前記判定手段は前記移動量が所定移動量より大きい場合に空間多重通信すると判定することを特徴とする請求項1記載の無線基地局。

【請求項5】 前記無線基地局は、
前記第1の移動局からチャネル割当要求を受付けた場合に、前記指標に基づいて、前記第1の移動局と既に通信中の前記第2の移動局とを空間多重通信するか否かを判定することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の無線基地局。

【請求項6】 前記指標は、
無線基地局から前記第1の移動局への信号の送信タイミングと無線基地局から前記第2の移動局への信号の送信タイミングとの間の送信タイミング差、
前記第1の移動局から得られる信号と所望の信号とから算出される誤差、
自局が算出する前記第1の移動局の単位時間あたりの移動量、
第1の移動局より受信される信号の電界強度、
第1の移動局の応答ベクトルと第2の移動局の応答ベクトルとの相関値、
及び第1の移動局より受信される信号の電界強度と第2の移動局より受信される信号の電界強度との比であり、
前記判定手段は、前記指標の少なくとも3つをそれぞれのしきい値と比較することにより、前記第1の移動局と前記第2の移動局とを空間多重通信するか否かを判定することを特徴とする請求項1記載の無線基地局。

【請求項7】 複数の移動局と通信する無線基地局であ

って、

空間多重して通信している第1の移動局と第2の移動局について、第1の移動局の通信品質を示す指標に基づいて、前記第1の移動局と第2の移動局との空間多重を継続するか否かを判定する判定手段と、

継続しないと判定した場合に前記第1の移動局と前記第2の移動局との空間多重を解除する解除手段とを備え、
前記指標は、

無線基地局から前記第1の移動局への信号の送信タイミングと無線基地局から前記第2の移動局への信号の送信タイミングとの間の送信タイミング差、

前記第1の移動局から得られる信号と所望の信号とから算出される誤差、

自局が算出する前記第1の移動局の単位時間あたりの移動量、

第1の移動局より受信される信号の電界強度、

第1の移動局の応答ベクトルと第2の移動局の応答ベクトルとの相関値、

及び第1の移動局より受信される信号の電界強度と第2の移動局より受信される信号の電界強度との比のうちの少なくとも3つであることを特徴とする無線基地局。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の移動局と空間多重により無線通信を行う無線基地局に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、PHS、携帯電話機等の移動体端末の増加に伴い、周波数資源の有効利用に対する社会的要請が高まっている。この要請に応える方法の1つに空間多重方式がある。空間多重方式とは、異なる方向にある複数の移動局に対してそれぞれ指向性パターンを形成することにより同時刻において同一周波数で複数の移動局と通信する通信方式である。

【0003】空間多重方式により通信を行う無線基地局は、固定的に設置された複数のアンテナを有し、複数のアンテナの各信号の振幅と位相とをウェイトベクトルで重み付けすることにより、複数のアンテナ全体として指向性パターンを形成する。個々の移動局に対応する指向性パターンを形成するために、無線基地局は、個々の移動局に対応するウェイトベクトルを移動局の方向に追跡して算出している。算出方法の一手法としては、複数のアンテナより受信される各信号を適当なウェイトベクトルで重み付け合成した信号と無線基地局が生成した参照信号とを比較し、その差が最小になるようにウェイトベクトルを単位時間ごとに更新する方法がある。ここで参照信号としては、移動局からの信号に含まれるプリアンブルやユニークワード等、無線基地局にとってそのビットパターンが既知の信号が用いられる。時間経過とともにウェイトベクトルの値は一定値に収束し、プリアンブル、ユニークワード等に続いて送られてくる信号が、収

束したウェイトベクトルで重み付け合成されて抽出される。送信時には直前の受信時に算出したウェイトベクトルを用いる。

【0004】なお、空間多重技術については、「パ分割多元接続(PDMA)移動通信方式」(信学技報RCS93-84(1994-01), pp37-44)に記載されている。ところで無線基地局は、既に通信中の移動局と新たに通信チャネルの割当要求を受付けた他の移動局とについて、両移動局を空間多重により通信することの適否を次のように判断する。

【0005】無線基地局は、前記両移動局について受信応答ベクトルを計算し、計算した2個の応答ベクトル間の相関値を算出する。ここで応答ベクトルとは移動局が存在する方向に関する情報であり、2つの移動局の応答ベクトルの相関値は、2つの移動局が存在する方向の近さを示す指標となる。算出した相関値がしきい値より大きい場合には、両者が略同方向に存在するため、指向性パターンの差異によって両者の信号を分離することは不可能であると考えられる。この場合には、無線基地局は、両者を空間多重不適と判断する。

【0006】また、無線基地局は、前記両移動局の信号の電界強度を受信応答ベクトルに基づいて求め、2つの電界強度の比を算出する。算出した電界強度比がしきい値よりも大きい場合には、指向性パターンを最善に形成しても、両者の信号の強度比がアンテナの利得比を上回るため、両者の信号を適切に分離できないと考えられる。この場合には、無線基地局は、両者を空間多重不適と判断する。

【0007】複数の移動局をさらに時分割多重方式を併用して接続する無線基地局は、新たな移動局に対して通信チャネルを割り当てる際、時分割多重通信に用いられるタイムスロットに空きがない場合には、前記空間多重の適否判断をタイムスロット毎に行い、新たな移動局との間で空間多重不適と判断される移動局が使用していないタイムスロットにおいて、空間多重により通信チャネルを割り当てる。

【0008】このようにして無線基地局は空間多重通信に適した移動局の組み合わせによってのみ空間多重を行い、さらに空間多重している間は無線基地局の指向性パターンを各移動局が存在する方向に追随することにより、混信を防ぎ、適切な通信品質を保って通信を行う。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術によれば、無線基地局は、新たな移動局に対して空間多重により通信チャネルを割り当てる際、当該新たな移動局と既に通信中の移動局との応答ベクトルの相関値、及び当該新たな移動局から受信した信号の電界強度と既に通信中の移動局から受信した信号の電界強度との比を、それぞれのしきい値と比較することにより空間多重の適否を判断しているが、この方法によって両移動局が空間多重に適すると判断された場合であっても、両者

に対して重み係数の算出に失敗し、正しい指向性パターンを形成できない場合があった。

【0010】正しい指向性パターンを形成できない場合、新たな移動局が通信を開始できないだけでなく、既に通信中の移動局との通信が途切れる場合もあり、各移動局に適切な通信品質を保証できないという問題があった。上記問題に鑑みて、本発明は、空間多重の適否判断の精度を向上し、無線基地局と移動局との間において一定の通信品質を保証することができる無線基地局を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するため、本発明の無線基地局は、複数の移動局と通信する無線基地局であって、第1の移動局の通信品質を示す指標に基づいて、前記第1の移動局と第2の移動局とを空間多重通信するか否かを判定する判定手段と、空間多重すると判定された場合に前記第1の移動局と前記第2の移動局とを空間多重通信する通信手段とを備える。

【0012】また前記指標は、無線基地局から前記第1の移動局への信号の送信タイミングと無線基地局から前記第2の移動局への信号の送信タイミングとの間の送信タイミング差であり、前記判定手段は前記送信タイミング差が所定タイミング差より大きい場合に空間多重通信すると判定するよう構成される。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態における無線基地局について図面を用いて説明する。

<無線基地局100の構成>図1は、本実施形態の無線基地局100の構成を示すブロック図である。同図において無線基地局100は、アンテナ11~14、送受信切替スイッチ21~24、受信部31~34、加算部41~44、送信部51~55、信号処理部50a~d、TDMA処理部60、ディジタル網インタフェース部70、制御部80、情報記憶部90から構成され、4チャネル多重マルチキャリアTDMA/TDD方式による時分割多重双方向通信を行い、かつTDMA/TDDフレームの各スロットにおいてアダプティブアレイ方式による空間多重通信(空間分割多元接続)を行う。特に無線基地局100は、新たに通信チャネルの割り当てを要求してきた移動局、すなわちリンクチャネル確立要求を送信してきた移動局(以下、新規移動局と呼ぶこととする)と、既に通信チャネルを割り当てている移動局(以下、通信中移動局と呼ぶこととする)との空間多重の適否を各種情報から判定し、この判定結果に応じて新規PSに割り当てる通信チャネルの決定を行う。

【0014】送受信切替スイッチ21~24は、TDMA/TDDフレームの送受信に応じて送信と受信とを切替えるためのスイッチである。受信部31は、TDMA/TDDフレームの受信時においてアンテナ11、送受信切替スイッチ21を介して受信される高周波信号を低周波の信号に変換し、さらにA/D変換した信号を信号処理部50a~dへ出力する。受信

部32～34についても同様である。

【0015】加算部41は、信号処理部50a～dより出力される信号を加算して送信部51に出力する。つまり加算部41は、アンテナ11用に重み付けされた各移動局への送信信号を多重化して送信部51に出力している。加算部42～44についても同様である。送信部51は、加算部41からの低周波の信号をD/A変換して高周波信号に変換、増幅し、送受信切替スイッチ21を介してアンテナ11に出力する。送信部52～53についても同様である。

【0016】信号処理部50aは、DSP(Digital Signal Processor)により実現され、制御部80の制御下で、TDMA/TDDフレームにおいて時分割多重している各移動局に対応してアダプティブアレイ制御に関する信号処理を行う。同図の信号処理部50aは、その信号処理の構成を機能的に示し、アレイ受信部55、ウェイト計算部56、アレイ送信部57から構成される。アレイ受信部55は、各受信タイムスロットにおいて受信部31～34からの信号をウェイト計算部56からのウェイトベクトルで重み付け合成することにより1つの移動局に対応する受信信号を抽出してTDM A処理部60に出力する。アレイ送信部57は、各送信タイムスロットにおいてTDMA処理部60からの1つの移動局に対する送信信号をウェイト計算部56からのウェイトベクトルで重み付けして加算部41～44に出力する。ウェイト計算部56は、各受信タイムスロットにおいては受信部31～34からの信号に基づいて1つの移動局に対応する受信信号を抽出するためのウェイトベクトルを計算してアレイ受信部55に供給し、各送信タイムスロットにおいてはアレイ受信部55に供給したものと同一ウェイトベクトルをアレイ送信部57に供給する。

【0017】またウェイト計算部56は、移動局から受信される信号に基づいて、各タイムスロットにおける空間多重の適否判定に用いるための各種パラメータの検出や算出等を行う。ウェイト計算部56については後に詳しく説明する。信号処理部50b～dについても信号処理部aと同じ構成であり、各タイムスロットにつき1つの移動局

のアダプティブアレイ制御の信号処理及び空間多重適否判定用の各種パラメータの検出等を行う。

【0018】すなわち信号処理部50a～dは、1組の送受信タイムスロットを制御チャネルに割当て、残り3組の送受信タイムスロットを通信チャネルに割当てることにより最大3つの移動局を時分割多重し、かつそれぞれがアダプティブアレイ制御を行うことにより最大4つの移動局を空間多重するので、合計最大12の移動局を多重して通信することができる。

【0019】TDMA処理部60は、信号処理部50a～50dとデジタル網インタフェース70との間で呼毎のTDMA/TDDフレームの分解及び組み立てを行う。またTDMA処理部60は、タイミング制御部61を備える。タイミング制御部61は、TDMA/TDDフレームの基準タイミングを発生する他、個毎の受信タイミング及び送信タイミングを管理する。ここで管理される送信タイミングもウェイト計算部56で計算または検出される各種パラメータと同様に空間多重の適否判定に用いられる。

【0020】デジタル網インタフェース70は、ISDN回線を介して交換機(図外)と接続されており、TDMA処理部60と交換機との間で伝送方式に応じた信号の変換等を行う。情報記憶部90は、しきい値テーブル200、品質指標値テーブル300、新規PS情報400を記憶する。これらは制御部80により読み書きされる。詳しいデータ構成については図2～4を用いて後に説明する。

【0021】制御部80は、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM(Read Only Memory)及びRAM(Random Access Memory)などから構成され、マイクロプロセッサがROMに記録されているプログラムを実行することにより、その機能を達成する。

<ウェイト計算部56の詳細説明>以下、ウェイト計算部56のウェイトベクトルの算出について説明する。

【0022】

【数1】

$$y_1(t) = w^*_1(t)x_1(t) + w^*_2(t)x_2(t) + w^*_3(t)x_3(t) + w^*_4(t)x_4(t)$$

数1に示すように、アレイ受信部55は、受信部31～34から渡される受信信号ベクトル $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 、 $x_3(t)$ 、 $x_4(t)$ のそれぞれに対してウェイトベクトル $w_1(t)$ 、 $w_2(t)$ 、 $w_3(t)$ 、 $w_4(t)$ をそれぞれ掛け合せた値の総和である仮受信信号 $y_1(t)$ を求め、判定部(不図示)により位相を補正した結果である抽出信号 $S_1(t)$ に変換する。

【0023】なお、 t は信号が到達する時間を示し、PHS規格における1シンボルを受信する時間を単位としたタイムスロット内での経過時間を示す値をとる。従って、受信信号 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、ウェイトベクトル w_1 、 w_2 、 w_3 、 w_4 等は t の値が1、2、・・・という信号列である。また、受信信号 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、ウェイトベクトル w_1 、 w_2 、 w_3 、 w_4 、仮受信信号 y_1 、抽出信号 S_1 は、振幅、位相

を有するもので、複素数で表すことができる。

【0024】ここでは、ウェイト計算機56は、最小二乗平均誤差方式(MMSE方式)を用いて次のようにしてウェイトベクトルを算出するものとする。ウェイトベクトルは、適当な値の初期値が定められており、参照信号 $d(t)$ と、抽出信号 $S_1(t)$ との誤差を最小とするように、予め定められた範囲内で $w(t)$ の値を変動させて調整することにより、単位時間毎に $w(t+1)$ に更新されるものである。ここで、 w はウェイトベクトル w_1 、 w_2 、 w_3 、 w_4 を表す。

【0025】参照信号 $d(t)$ と抽出信号 $S_1(t)$ との誤差を $e(t)$ とすると、

【0026】

【数2】

$$e(t) = d(t) - y_1(t)$$

よって、誤差 $e(t)$ の平均2乗誤差は次のように表される。

$$= d(t) - (w_1(t)x_1(t) + w_2(t)x_2(t) + w_3(t)x_3(t) + w_4(t)x_4(t))$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 7 \end{bmatrix}$$
【数3】

$$E[|e(t)|^2] = E[|d(t) - y_1(t)|^2]$$

$$= E[|d(t)|^2]$$

$$- (w_1(t)x_1(t) + w_2(t)x_2(t) + w_3(t)x_3(t) + w_4(t)x_4(t))^2]$$

ここで $E[\]$ はアンサンブル平均を表す。 $w_1(t+1)$ 、 $w_2(t+1)$ は、この平均2乗誤差を小さくするようにそれぞれ $w_1(t)$ 、 $w_2(t)$ を修正した値をとる。時間経過と共にウェイトベクトルの値は一定値に収束し、プリアンブル、ユニークワード等が続いて送られるところの通信内容である本体的なデータの受信段階では、抽出信号 $S_1(t)$ は正確なものとなる。なお、通信が開始された後は、前回のタイムスロットにおいて最終的に得られたウェイトベクトルの値がその次の回のタイムスロットに関してのウェイトベクトルの初期値として用いられることもある。

【0028】次に、ウェイト計算部56における空間多重適否判定用の各種パラメータの検出及び算出について説明する。ウェイト計算部56は、応答ベクトル計算部561、RSSI(Receive Signal Strength Indication)測定部562、MSE(Mean Square Error)計算部563、FD計算部564から構成される。

【0029】応答ベクトル計算部561は、各受信タイムスロットにおいて、受信部31~34より信号処理部50aに入力される各信号と、アレイ受信部55で重み付け合成された信号とに基づいて、移動局の応答ベクトルを算出す

る。応答ベクトルは、移動局から無線基地局100までの信号の伝播路、すなわち移動局から無線基地局100への信号の到来方向等を表すものである。

【0030】以下、応答ベクトル計算部561が行う応答ベクトル算出方法について説明する。移動局1、移動局2、移動局3、移動局4が送信する信号を $S_1'(t-\tau_1)$ 、 $S_2'(t-\tau_2)$ 、 $S_3'(t-\tau_3)$ 、 $S_4'(t-\tau_4)$ とし、アンテナ11~14(それぞれ第1アンテナ~第4アンテナともいう)及び受信部31~34を介して信号処理部50aに入力される各信号を $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 、 $x_3(t)$ 、 $x_4(t)$ とする。また h_{ij} は、移動局 j から第 i アンテナまでの伝播路を表す複素数である。ここで τ_1 、 τ_2 、 τ_3 、 τ_4 は、 t を基準としたときの無線基地局100における受信タイミングであり、個々の移動局と無線基地局100との間の距離の違いによって生じる到来時間の差を表す。

【0031】 $S_1'(t-\tau_1) \sim S_4'(t-\tau_4)$ と $x_1(t) \sim x_4(t)$ の間には次の関係が成立する。

【0032】

【数4】

$$\begin{aligned} x_1(t) &= h_{11}S_1'(t-\tau_1) + h_{12}S_2'(t-\tau_2) \\ &\quad + h_{13}S_3'(t-\tau_3) + h_{14}S_4'(t-\tau_4) + n_1(t) \\ x_2(t) &= h_{21}S_1'(t-\tau_1) + h_{22}S_2'(t-\tau_2) \\ &\quad + h_{23}S_3'(t-\tau_3) + h_{24}S_4'(t-\tau_4) + n_2(t) \\ x_3(t) &= h_{31}S_1'(t-\tau_1) + h_{32}S_2'(t-\tau_2) \\ &\quad + h_{33}S_3'(t-\tau_3) + h_{34}S_4'(t-\tau_4) + n_3(t) \\ x_4(t) &= h_{41}S_1'(t-\tau_1) + h_{42}S_2'(t-\tau_2) \\ &\quad + h_{43}S_3'(t-\tau_3) + h_{44}S_4'(t-\tau_4) + n_4(t) \end{aligned}$$

なお、 $n_1(t)$ 、 $n_2(t)$ 、 $n_3(t)$ 、 $n_4(t)$ は雑音である。また、無線基地局100が分離抽出した抽出信号 $S_1(t)$ と、ユーザAが送信する信号である $S_1'(t-\tau_1)$ とは、送信された信号が正常に受信でき分離抽出が適切に行えたとなれば等しいものとなる。

【0033】信号処理部50aの応答ベクトル計算部561は、抽出信号 $S_1(t)$ の複素共役である $S_1^*(t)$ と、信号 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 、 $x_3(t)$ 、 $x_4(t)$ とを用いて次式のように受

信応答ベクトルの成分である h_{11} 、 h_{21} 、 h_{31} 、 h_{41} を算出する。

【0034】

【数5】

$$h_{11} = E[x_1(t)S_1^*(t-\tau_1)]$$

$$h_{21} = E[x_2(t)S_1^*(t-\tau_1)]$$

$$h_{31} = E[x_3(t)S_1^*(t-\tau_1)]$$

$$h_{41} = E[x_4(t)S_1^*(t-\tau_1)]$$

ここでE[]はアンサンブル平均を表しており、ある程度の期間、 $t=1, 2, \dots, n$ における平均値を意味する。例えば n を100とし、100シンボル期間における平均値を算出する。

【0035】抽出信号 $S_1(t)$ 、 $S_2(t)$ 、 $S_3(t)$ 、 $S_4(t)$ が正常に得られ、それぞれ送信された信号 $S_1'(t-\tau_1)$ 、 $S_2'(t-\tau_2)$ 、 $S_3'(t-\tau_3)$ 、 $S_4'(t-\tau_4)$ と同等とみなせる状態においては、数4について、 $S_1'(t-\tau_1)$ 、 $S_2'(t-\tau_2)$ 、 $S_3'(t-\tau_3)$ 、 $S_4'(t-\tau_4)$ をそれぞれ $S_1(t)$ 、 $S_2(t)$ 、 $S_3(t)$ 、 $S_4(t)$ と置き換え、両辺に $S_1^*(t)$ を乗じてアンサンブル平均をとると、次の数6が得られる。

【0036】

【数6】

$$\begin{aligned} E[x_1(t)S_1^*(t-\tau_1)] &= E[h_{11}S_1(t-\tau_1)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{12}S_2(t-\tau_2)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{13}S_3(t-\tau_3)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{14}S_4(t-\tau_4)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[n_1(t)S_1^*(t-\tau_1)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E[x_2(t)S_1^*(t-\tau_1)] &= E[h_{21}S_1(t-\tau_1)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{22}S_2(t-\tau_2)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{23}S_3(t-\tau_3)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{24}S_4(t-\tau_4)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[n_2(t)S_1^*(t-\tau_1)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E[x_3(t)S_1^*(t-\tau_1)] &= E[h_{31}S_1(t-\tau_1)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{32}S_2(t-\tau_2)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{33}S_3(t-\tau_3)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{34}S_4(t-\tau_4)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[n_3(t)S_1^*(t-\tau_1)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E[x_4(t)S_1^*(t-\tau_1)] &= E[h_{41}S_1(t-\tau_1)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{42}S_2(t-\tau_2)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{43}S_3(t-\tau_3)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[h_{44}S_4(t-\tau_4)S_1^*(t-\tau_1)] \\ &\quad + E[n_4(t)S_1^*(t-\tau_1)] \end{aligned}$$

ここで $E[S_1(t)S_1^*(t)]=1$ であり、また、基本的に各移動局から送信された信号 $S_1'(t-\tau_1)$ 、 $S_2'(t-\tau_2)$ 、 $S_3'(t-\tau_3)$ 、 $S_4'(t-\tau_4)$ の間には相関関係がなく、信号 $S_1'(t-\tau_1)$ と雑音成分にも相関関係がないため、 $E(S_2(t)S_1^*(t))=0$ 、 $E(S_3(t)S_1^*(t))=0$ 、 $E(S_4(t)S_1^*(t))=0$ 、 $E[n_1(t)S_1^*(t)]=0$ 、 $E[n_2(t)S_1^*(t)]=0$ 、 $E[n_3(t)S_1^*(t)]=0$ 、

$E[n_4(t)S_1^*(t)]=0$ である。

【0037】従って、数6から数5が導出できることになる。なお、これにより雑音成分の影響を数式上除去している。信号処理部50aにおける応答ベクトル計算部561は、数5に示した計算を行って移動局jに対する応答ベクトル $H_j=(h_{1j}, h_{2j}, h_{3j}, h_{4j})$ を求める。また信号処理部50

b~dにおける応答ベクトル計算部561それぞれも、同様の手順により応答ベクトルを算出する。

【0038】また応答ベクトル計算部561は、通信中の移動局だけでなく、新規移動局についても当該移動局から通信チャネル割当て要求を受け付けたときに、制御チャネルにおいて新規移動局の応答ベクトルの計算を行う。RSSI測定部562は、タイムスロット毎に移動局の受信信号から電界強度を検出する。

【0039】またRSSI測定部562は、新規移動局から通信チャネルの割当て要求を受け付けたときにも制御チャネルにて電界強度の検出を行う。MSE計算部563は、タイムスロット毎に移動局の数3に示した平均2乗誤差を算出する。またRSSI測定部562は、新規移動局から通信チャネルの割当て要求を受け付けたときにも制御チャネルにて新規移動局のMSEを計算する。

【0040】FD計算部564は、タイムスロット毎に移動局のフェージングスピードを計算する。フェージングスピードは、移動局の過去の応答ベクトルと現在の応答ベクトルとの相関で表される。過去の応答ベクトルと現在の応答ベクトルについては応答ベクトル計算部561から得られるものを内部メモリ等に記憶しておいて用いる。過去の応答ベクトルは、例えば現在の応答ベクトルのフレームの1つ前のフレームの応答ベクトルである。フェージングスピード（相関）が大きいほど、過去の移動局からの信号の到来方向と現在の移動局からの信号の到来方向とが同方向により等しいことを示し、小さいほど方向が離れていることを示す。故にフェージングスピードは過去から現在までの移動局の移動速度を示す指標となる。移動速度が大き過ぎると、移動局に追従した指向性パターンを形成し難く、また他の移動局の信号に干渉の影響を与えやすいため、他の移動局と同時刻に空間多重するのに適さない。

【0041】またFD計算部564は、新規移動局から通信チャネルの割当て要求を受け付けたときにも制御チャネルにて新規移動局のフェージングスピードを計算する。以上のようにして信号処理部50a~dそれぞれにおけるウェイト計算部56の各構成要素は、タイムスロット毎に通信中移動局または新規移動局の各種パラメータを算出または検出する。ウェイト計算部56の各構成要素は、求めたパラメータを制御部80に出力し、制御部80はそれらパラメータを情報記憶部90に格納する。

<情報記憶部90の詳細>以下、情報記憶部90に記憶されるしきい値テーブル200、品質指標値テーブル300及び新規PS情報400の構成について説明する。

【0042】図2はしきい値テーブル200の構成を示す。同図に示すようにしきい値テーブル200は、相関値しきい値 J_c （欄201）、電界強度比しきい値 K_c （欄202）、送信タイミング差しきい値 L_c （欄203）、平均2乗誤差しきい値 E_c （欄204）、フェージングスピードしきい値 S_c （欄205）、電界強度しきい値 I_c （欄206）からなる。

【0043】相関値しきい値 J_c は、通信中移動局の応答ベクトルと新規移動局の応答ベクトルとの相関値に関するしきい値である。電界強度比しきい値 K_c は、通信中移動局から受信した信号の電界強度と新規移動局から受信した信号の電界強度との比に関するしきい値である。送信タイミング差しきい値 L_c は、通信中移動局の送信タイミングと新規移動局の送信タイミングとの差に関するしきい値である。

【0044】平均2乗誤差しきい値 E_c は、通信中移動局及び新規移動局のMSEに関するしきい値である。フェージングスピードしきい値 S_c は、通信中移動局及び新規移動局のFDに関するしきい値である。電界強度しきい値 I_c は、通信中移動局及び新規移動局の電界強度に関するしきい値である。

【0045】しきい値テーブル200には予めこれらのしきい値が格納されているものとする。デジタル網を介してまたは制御部80が算出したしきい値を用いてしきい値テーブル200を適宜更新するよう構成してもよい。図3は品質指標値テーブル300の一例を示す。同図に示すように品質指標値テーブル300は、タイムスロット番号301、チャネル番号302、応答ベクトル303、電界強度304、送信タイミング305、平均2乗誤差306及びフェージングスピード307の各欄から構成される。

【0046】タイムスロット番号301における2、3、4は、通信チャネルが割当てられた3つのタイムスロットの番号を示す。チャネル番号302におけるチャネル番号(1、2、3、4)の組、(5、6、7、8)の組及び(9、10、11、12)の組はタイムスロット番号2、3、4のスロットにおける信号処理部50a、50b、50c、50dの処理に対応してつけられる番号である。

【0047】各行それぞれは、1つの通信中移動局に対応するタイムスロット番号、チャネル番号及び各種パラメータを示す。例えば、タイムスロット番号2、チャネル番号1において通信中の移動局の各種パラメータは、応答ベクトルが R_1 、電界強度が I_1 、送信タイミングが P_1 、平均2乗誤差が E_1 、フェージングスピードが S_1 である。(空白)は、そのチャネル番号のチャネルにおいて移動局と通信していないことを示す。

【0048】同図のテーブルは、無線基地局100は、タイムスロット番号2のスロットにおいてチャネル番号1、2(信号処理部50a及び50b)を用いて2つの移動局を空間多重して通信し、タイムスロット番号3のスロットにおいてチャネル番号5(信号処理部50a)を用いて1つの移動局と通信し、タイムスロット番号4のスロットにおいてチャネル番号9、10、11、12(信号処理部50a、b、c、d)を用いて4つの移動局と空間多重して通信していることを示す。

【0049】品質指標値テーブル300の各種パラメータは、ウェイト計算部56の各構成要素及びタイミング制御部61より出力されるパラメータであり、制御部80により

タイムスロット毎に更新される。図4は新規PS情報400の構成を示す。同図に示すように新規PS情報400は、新規移動局に対応する各種パラメータ、すなわち新規移動局の応答ベクトル R_{NEW} (欄401)、電界強度 I_{NEW} (欄402)、送信タイミング P_{NEW} (欄403)、平均2乗誤差 E_{NEW} (欄404)、フェージングスピード S_{NEW} (欄405)から構成される。

【0050】 応答ベクトル R_{NEW} は、新規移動局の応答ベクトルであり、無線基地局100が新規移動局よりリンクチャネル確立要求を受付けたとき制御チャネル上の信号から応答ベクトル計算部56によって計算され、制御部80により新規PS情報400に格納される。電界強度 I_{NEW} は、新規移動局の電界強度であり、無線基地局100が新規移動局よりリンクチャネル確立要求を受けたとき制御チャネル上の信号からRSSI測定部562により計算されて、制御部80により新規PS情報400に格納される。

【0051】 送信タイミング P_{NEW} は、新規移動局の送信タイミングであり、タイミング制御部61が新規移動局よりリンクチャネル確立要求を受けたときの受信タイミングから推定し、制御部80により新規PS情報400に格納される。ここでタイミング制御部61は、新規移動局の送信タイミングを推定することとしているが、推定せずに、常に所定のタイミングを新規移動局の送信タイミングと決定して制御部80に出力するよう構成してもよい。

【0052】 平均2乗誤差 E_{NEW} は、新規移動局の平均2乗誤差である。新規移動局からリンクチャネル確立要求を受けたとき制御チャネル上で受信される信号から平均2乗誤差が計算されて、制御部80により新規PS情報400に格納される。フェージングスピード S_{NEW} は、新規移動局のフェージングスピードである。新規移動局からリンクチャネル確立要求を受けたとき制御チャネル上で受信される信号から計算される。通信中移動局のフェージングスピードは前回のフレームの応答ベクトルと現在の応答ベクトルとの相関であるのに対し、新規移動局のフェージングスピードは前回のフレームの応答ベクトルがないので、例えば、現在のフレームの受信タイムスロットの前半の応答ベクトルと後半の応答ベクトルとの相関をとることとしている。

<リンクチャネル確立時の動作>制御部80を中心とする無線基地局100の動作について説明する。

【0053】 図5は、リンクチャネル確立時の制御部80を中心とする処理手順を示すシーケンス図である。制御部80は、新規移動局からリンクチャネル確立要求を受信すると (ステップS181)、ウェイト計算部56及びタイミング制御部61に新規移動局の各種パラメータを求めさせ、その結果である応答ベクトル R_{NEW} 、電界強度 I_{NEW} 、送信タイミング P_{NEW} 、平均2乗誤差 E_{NEW} 、フェージングスピード S_{NEW} を取得し (ステップS184)、情報記憶部90の新規PS情報400に格納する (ステップS183)。

【0054】 次に制御部80は、各タイムスロットにおける空間多重の適否を判定することにより新規移動局にど

のチャネルを割当てるかを決定する処理を行う。制御部80は、タイムスロット番号2、3、4のうち1つのタイムスロットを選択し (ステップS186)、当該タイムスロットで使用しているチャネルがあるか否か、すなわち当該タイムスロットを使用して通信している移動局があるか否かを判定する。この判定は品質指標値テーブル300を参照して、当該タイムスロットにおいて各種パラメータが格納されているチャネルがあるか、又は全てのチャネルの各種パラメータが空白であるかによりなされる。

【0055】 この判定において当該タイムスロットを使用しているチャネルがないと判定した場合 (ステップS187、NO)、制御部80は、新規移動局に対して当該タイムスロットの空きチャネルの通知を含むリンクチャネル割当てを行い (ステップS192)、新規移動局と無線基地局との間でTCH同期バーストを送受信してリンクチャネルが確立する (S193)。

【0056】 ステップS187の判定において、当該タイムスロットを使用しているチャネルがあると判定した場合 (ステップS187、YES)、制御部80は、多重判定処理を行い (ステップS188)、その判定の結果、多重可と判定した場合には (ステップS189、可)、先と同様のリンクチャネル割当てを行い、リンクチャネルを確立する (ステップS192、S193)。

【0057】 ステップS188の多重判定処理の結果、多重不可と判定した場合には (ステップS189、不可)、制御部80は、他のタイムスロットについて処理を繰り返す (ステップS190)。全てのタイムスロットにおいて多重不可と判定された場合には、制御部80は、新規移動局に対してリンクチャネル割当て拒否の通知を行う (ステップS191)。その結果、新規移動局は、待ち受けに入る (ステップS194)。

【0058】 図6は、図5の多重判定処理の詳細を示すフローチャートである。制御部80は、品質指標値テーブル300を参照することにより当該タイムスロットに空きチャネルがあるか否かを判定する (ステップS601)。判定の結果、当該タイムスロットに空きチャネルがない場合は、多重不可と判定して多重判定処理を終了する (ステップS612)。

【0059】 空きチャネルがある場合には、制御部80は、品質指標値テーブル300に格納されたパラメータと新規PS情報400に格納されたデータとから、最高相関値 J_{MAX} 、最大電界強度比 K_{MAX} 、最短送信タイミング差 L_{MIN} を計算して取得する (ステップS602、S603、S604)。最高相関値 J_{MAX} は、当該タイムスロットにおける各通信中移動局の応答ベクトル R_i (i は各通信中移動局のチャネル番号) と、新規移動局の応答ベクトル R_{NEW} との各相関のうち最も高い値とする。

【0060】 例えば図3の品質指標値テーブル300の場合、タイムスロット番号2のスロットにおける各通信中移動局の応答ベクトルは R_1 及び R_2 であるから、制御部80

は、 R_1 と R_{NEW} との相関 J_1 と、 R_2 と R_{NEW} との相関 J_2 を計算し、 J_1 と J_2 のうち値が大きい方を最高相関値 J_{MAX} とする。2つの移動局の間の相関値が大きい場合には、両者が略同方向に存在するため、指向性パターンの差異によって両者の信号を分離することは不可能であると考えられる。よって新規移動局と通信中移動局との相関を計算し、これを空間多重適否判定の指標として用いている。

【0061】この場合には、無線基地局は、両者を空間多重不適と判断する。また、無線基地局は、前記両移動局からの信号の電界強度を測定し、測定した2個の電界強度の比を算出する。最大電界強度比 K_{MAX} は、新規移動局の電界強度 I_{NEW} と、当該タイムスロットにおける各通信中移動局の電界強度 I_i (i は各通信中移動局のチャンネル番号) とから数7により計算される各電界強度比のうち最大のものとする。

【0062】

【数7】

$$K_i = |20\text{Log}_{10}(I_{NEW}/I_i)|$$

例えば図3の品質指標値テーブル300の場合、タイムスロット番号2のスロットにおける各通信中移動局の電界強度は I_1 及び I_2 であるから、制御部80は I_{NEW} と I_1 の電界強度比 K_1 と、 I_{NEW} と I_2 との電界強度比 K_2 を計算し、 K_1 と K_2 のうち値が大きい方を最大電界強度比 K_{MAX} とする。

【0063】2つの移動局の電界強度比が大きい場合には、指向性パターンを最善に形成しても、両者の信号の強度比がアダプティブアレー装置の利得比を上回るため、両者の信号を適切に分離できないと考えられる。よって新規移動局と通信中移動局との電界強度比を計算し、これを空間多重適否の判定の指標として用いている。最短送信タイミング差 L_{MIN} は、新規移動局の送信タイミング P_{NEW} と各通信中移動局の送信タイミング P_i (i は各通信中移動局のチャンネル番号) とから数8により計算される各送信タイミング差のうち最短のものとする。

【0064】

【数8】

$$L_i = |P_{NEW} - P_i|$$

例えば図3の品質指標値テーブル300の場合、タイムスロット番号2のスロットにおける各通信中移動局の送信タイミングは P_1 及び P_2 であるから、制御部80は P_{NEW} と P_1 との送信タイミング差 L_1 と、 P_{NEW} と P_2 との送信タイミング差 L_2 とを計算し、 L_1 と L_2 のうち最短の方を最短送信タイミング差 L_{MIN} とする。

【0065】2つの移動局の送信タイミング差が短い場合、2つの移動局は無線基地局100からの信号を正しく分離することができず、信号を取り違えて復調することがある。よって新規移動局と通信中移動局との送信タイミング差を計算し、これを空間多重適否の判定の指標として用いている。ここまでの処理によって制御部80は、新

規移動局の空間多重適否判定のための指標、すなわち最高相関値 J_{MAX} 、最大電界強度比 K_{MAX} 及び最短送信タイミング差 L_{MIN} を計算により取得する。また制御部80は、また新規PS情報400から平均2乗誤差 E_{NEW} 、フェージングスピード S_{NEW} 及び電界強度 I_{NEW} を取得する。

【0066】平均2乗誤差が大きい場合、アレイ受信に用いる誤差が収束していないか大きなレベルで残留する結果となっているはずであるので、この場合その誤差にかかる移動局に対して指向性パターンが高精度に形成できない。よって平均2乗誤差を空間多重適否の判定の指標として用いている。またフェージングスピードが激しい、つまり単位時間あたりの移動量が大きい移動局についてはアレイ受信時の指向性パターン形成が高精度に行えた場合であっても、受信スロットから送信スロットまでのタイムラグにより移動局が大きく移動するので、受信時と同じ指向性パターンを送信時に形成しても、その指向性パターンは移動局の方向とは大きくずれる。このように移動局の指向性パターンが正しく形成できない場合、他の移動局の指向性パターン形成にも悪影響を与えることとなる。なぜなら他の移動局に対して形成する指向性パターンは、フェージングスピードの激しい移動局に対して正しくヌルを向けることが難しいからである。よってフェージングスピードを空間多重適否の判定の指標として用いている。

【0067】また電界強度が低い場合にも指向性パターン形成が高精度に行えないので、電界強度を空間多重適否の判定の指標として用いている。以降ステップS605～S610において制御部80は、これらの指標をしきい値テーブル200に格納されたしきい値と比較する処理を行う。制御部80は、まず最高相関値 J_{MAX} と相関値しきい値 J_c とを比較する(ステップS605)。比較の結果、最高相関値 J_{MAX} が相関値しきい値 J_c 以下の場合、ステップS606の処理に進み、それ以外の場合は多重不可と判定する(ステップS612)

次に最短送信タイミング差 L_{MIN} と送信タイミング差しきい値 L_c とを比較する(ステップS606)。比較の結果、最短送信タイミング差 L_{MIN} が送信タイミング差しきい値 L_c 以上の場合、ステップS607の処理に進み、それ以外の場合は多重不可と判定する(ステップS612)。

【0068】次に最大電界強度比 K_{MAX} と電界強度比 K_c とを比較する(ステップS607)。比較の結果、最大電界強度比 K_{MAX} が電界強度比しきい値 K_c 以下の場合、ステップS608の処理に進み、それ以外の場合は多重不可と判定する(ステップS612)。次に平均2乗誤差 E_{NEW} と平均2乗誤差しきい値 E_c とを比較する(ステップS608)。比較の結果、平均2乗誤差 E_{NEW} が平均2乗誤差しきい値 E_c 以下の場合、ステップS609の処理に進み、それ以外の場合は多重不可と判定する(ステップS612)。

【0069】次にフェージングスピード S_{NEW} とフェージングスピード S_c とを比較する(ステップS609)。比較の

結果、フェージングスピード S_{NEW} がフェージングスピードしきい値 S_s 以上の場合、ステップS610の処理に進み、それ以外の場合は多重不可と判定する（ステップS612）。次に電界強度 I_{NEW} と電界強度しきい値 I_s とを比較する（ステップS610）。比較の結果、電界強度 I_{NEW} が電界強度しきい値 I_s 以下の場合、ステップS611の処理に進み、それ以外の場合は多重不可と判定する（ステップS612）。

【0070】以上の処理によりステップS605～S610の判定において全てYESである場合、制御部80は新規移動局を当該タイムスロットにおいて通信中移動局と多重して通信可能と判定する（ステップS611）。図6に示す多重判定処理は、ステップS605～S610の6つの判定条件を全て満足する場合に多重可と判定するものであるが、これら6つの判定条件のうちの1つ、あるいはいくつかの判定条件を満足する場合に多重可と判定してもよい。

【0071】以上の処理により制御部80は、新規移動局に対して空間多重の適否を判定し、判定条件を満たさない場合にはそのタイムスロットのチャンネルを割当てないようにし、空間多重のないタイムスロットかまたは判定条件を満たすスロットのチャンネルを割当てる。これにより新規移動局には、空間多重のないタイムスロットか又は空間多重するが通信品質が保証されたタイムスロットのチャンネルが割当てられることとなり、通信の安定性が向上する。その結果、通信特性の向上、干渉起動数の低下、異常切断等の劣悪状態を回避することができる。

【0072】また本実施形態においては相関値や電界強度比に関する判定（ステップS605、S607）の他に4つの判定条件（ステップS606、S608、S609、S610）を用いて空間多重の適否を判定するので、従来より空間多重可と判定される確率が低いのがこれにより精度高く空間多重適否の判定を行う。以上ではリンクチャンネル確立時における空間多重の可不可を判定する実施形態について説明したが、リンクチャンネル確立時のみでなく、制御部80は、リンクチャンネル確立後も空間多重している複数の通信中移動局について監視して空間多重の可不可の判定を行い、不可と判定した通信中移動局についてはチャンネル切替えやハンドオーバー等を行わせて空間多重を解除する。以下に、その監視処理について説明する。

<監視処理>図7は、制御部80が行う監視処理の手順を示すフローチャートである。

【0073】制御部80は、タイムスロット毎に図7の監視処理を行う。まず制御部80は、現在のタイムスロットにおいて空間多重しているか否かを判定する。この判定は、品質指標値テーブル300のデータ格納状況を見るか、信号処理部50a～dの少なくとも2つが動作しているかにより行われる。判定の結果、空間多重していない場合は監視処理を終了する。

【0074】空間多重している場合、制御部80は、最高相関値 J_{MAX} を取得する（ステップS702）。この最高相関

値 J_{MAX} は、多重判定処理のものと計算方法は同じであるが、2つの通信中の応答ベクトルを用いている点でことなる。すなわち最高相関値 J_{MAX} は、当該タイムスロットで空間多重している複数の通信中移動局のうちの2つを組み合わせて、各組の通信中移動局 i と通信中移動局 j （ i, j はチャンネル番号）との相関のうち最高のものとする。

【0075】次に制御部80は、最大電界強度比 K_{MAX} を取得する（ステップS703）。この最大電界強度比 K_{MAX} は、当該タイムスロットで空間多重している複数の通信中移動局のうちの2つを組み合わせて、各組の通信中移動局 i と通信中移動局 j （ i, j はチャンネル番号）との電界強度比のうち最大のものとする。次に制御部80は、最短送信タイミング差 L_{MIN} を取得する（ステップS704）。この最短送信タイミング差 J_{MAX} は、当該タイムスロットで空間多重している複数の通信中移動局のうちの2つを組み合わせて、各組の通信中移動局 i と通信中移動局 j （ i, j はチャンネル番号）との間の送信タイミング差のうち最短のものとする。

【0076】次に制御部80は、最小平均2乗誤差 E_{MIN} を取得する（ステップS705）。この最小平均2乗誤差 E_{MIN} は、当該タイムスロットで空間多重している複数の通信中移動局の各平均2乗誤差 E_s のうち最小のものとする。次に制御部80は、最小フェージングスピード S_{MIN} を取得する（ステップS706）。この最小フェージングスピード S_{MIN} は、当該タイムスロットで空間多重している複数の通信中移動局の各フェージングスピード S_s のうち最小のものとする。

【0077】さらに制御部80は、最大電界強度 I_{MAX} を取得する（ステップS707）。この最大電界強度 I_{MAX} は、当該タイムスロットで空間多重している複数の通信中移動局の各最大電界強度 I_s のうち最小のものとする。以上のようにして制御部80は、空間多重適否判定のための各種指標を取得すると、これらの指標をしきい値テーブル200に格納されたしきい値と比較する処理を行う（ステップS708）。このしきい値判定の処理は、図6のフローチャートに示したステップS606～S612の処理と同じである。ただしステップS608～S610において平均2乗誤差 E_{NEW} 、フェージングスピード S_{NEW} 及び電界強度 I_{NEW} の替わりに最小平均2乗誤差 E_{MIN} 、最小フェージングスピード S_{MIN} 及び最大電界強度 I_{MAX} を用いている点が異なる。

【0078】しきい値判定の結果、多重不可と判定した場合には（ステップS709）、制御部80は当該タイムスロットの空間多重を解除する処理を行う（ステップS710）。空間多重解除とは、当該タイムスロットにおいて空間多重している複数の通信中移動局のうち少なくとも1つの移動局を選択し、その移動局に対してチャンネル切替え要求又はハンドオーバー要求を送信して、チャンネル切替え又はハンドオーバーを行わせることである。空間多重解除の対象となる移動局の選択の仕方としては、いくつかあげられるが、例えば、最高相関値 J_{MAX} 、最大電界強

度比 K_{MAX} 及び最短送信タイミング差 L_{MIN} 算出のパラメータとなった通信中移動局 i 及び通信中移動局 j のうち少なくとも1つを選択する、または最小平均2乗誤差 E_{MIN} 、最小フェージングスピード S_{MIN} 及び最大電界強度 I_{MAX} に対応する移動局 i のうち少なくとも1つを選択する等がある。

【0079】以上本発明の実施形態にかかる無線基地局100について説明したが、本発明は上記実施形態に限らず、以下のようにしてもよい。以上本発明の実施形態にかかる無線基地局100について説明したが、本発明は上記実施形態に限らず、以下のようにしてもよい。

(1) 上記実施形態では、新規移動局にチャンネル割当てを行う際に、通信中移動局が使用しているタイムスロットを共用させて空間多重するか否かを判定するという構成であった。ここで新規移動局とは、他の無線基地局の無線ゾーンからハンドオーバーにより移動してきた移動局や無線基地局100の無線ゾーンで電源投入後にリンクチャンネル確立要求を出してきた移動局等である。この構成に限らず、通信中チャンネル切替えにより無線基地局100の1つのタイムスロットから他の1つのタイムスロットにスロット切替える移動局に対してチャンネル割当てを行う際に、切替え先のスロットで既に通信している移動局と当該タイムスロットを共用させて空間多重するか否かを判定するよう構成してもよい。

(2) 上記実施形態において、新規移動局より得られる各種パラメータを用いて空間多重判定を行うかわりに、通信中移動局より得られる各種パラメータ等を持ちいて新規移動局についての空間多重判定を行うよう構成してもよい。

【0080】例えば、本実施形態における監視処理の結果、空間多重を解除したスロットの番号を記憶し、解除したときから所定期間は、当該スロットにおいて新規移動局を通信中移動局と空間多重しない判定を行うよう構成してもよい。また、品質指標値テーブル300に格納されている通信中移動局のパラメータから指向性形成の精度に影響する不安定な要素をもつタイムスロットを検出し、当該タイムスロットでは新規移動局を空間多重しない判定を行うよう構成してもよい。

【0081】より具体的には、品質指標値テーブル300を参照して、通信中移動局の電界強度が所定のしきい値よりも高いタイムスロットでは、新規移動局を空間多重しないと判定するよう構成してもよい。さらに、品質指標値テーブル300を参照して、通信中移動局のフェージングスピードが所定のしきい値よりも高いタイムスロットでは新規移動局を空間多重しないと判定するよう構成してもよい。

【0082】

【発明の効果】本発明の無線基地局は、複数の移動局と通信する無線基地局であって、第1の移動局の通信品質を示す指標に基づいて、前記第1の移動局と第2の移動局

とを空間多重通信するか否かを判定する判定手段と、空間多重すると判定された場合に前記第1の移動局と前記第2の移動局とを空間多重通信する通信手段とを備える。

【0083】また前記指標は、無線基地局から前記第1の移動局への信号の送信タイミングと無線基地局から前記第2の移動局への信号の送信タイミングとの間の送信タイミング差であり、前記判定手段は前記送信タイミング差が所定タイミング差より大きい場合に空間多重通信すると判定するよう構成される。この構成により以下の効果を生じる。送信タイミング差が0に近い場合、つまり無線基地局が第1の移動局への信号と第2の移動局への信号とをほぼ同時に送信した場合、ユニークワードが同じであるため、第1の移動局は自分に送信されてきた信号と第2の移動局宛に送信されてきた信号とを分離しにくくなり、自分宛の信号とみなして第2の移動局宛の信号を間違えて抽出することがある。第2の移動局についても同じことが起こる。よって本発明は、送信タイミング差が所定タイミング差より大きい場合に空間多重し、小さい場合には空間多重をしないよう判定することで、移動局が他の移動局宛の信号を間違えて抽出するという事態が防止できるという効果がある。

【0084】また前記指標は、前記第1の移動局から得られる信号と所望の信号とから算出される誤差であり、前記判定手段は前記誤差が所定値より低い場合に空間多重通信すると判定するよう構成される。この構成において誤差は、すなわち理想の指向性パターンと実際の指向性パターンとの差であるから、指向性形成の精度を最も正確に示す。指向性の精度が低い移動局を他の移動局と空間多重すると、精度の低い移動局だけでなく他の移動局に干渉して悪影響を与えることとなる。よって誤差が所定値より低い場合に空間多重し、高い場合に空間多重しないよう判定することで各移動局に対する指向性形成の精度がたもたれ通信品質が向上する。

【0085】前記指標は、自局が算出する前記第1の移動局の単位時間あたりの移動量であり、前記判定手段は前記移動量が所定移動量より大きい場合に空間多重通信すると判定するよう構成される。無線基地局の実際の運用においては、ダイバーシチゲインを稼ぐために個々のアンテナの間隔を広くして設置している。間隔が広い場合、形成される指向性パターンは移動局の移動変化に弱くなり、高速に移動する移動局の追従は大変困難となる。よって移動量が所定移動量より大きい場合に空間多重して、小さい場合に空間多重しないよう判定することで、上記と同様に指向性形成の精度がたもたれ通信品質が向上する。

【0086】前記指標は、無線基地局から前記第1の移動局への信号の送信タイミングと無線基地局から前記第2の移動局への信号の送信タイミングとの間の送信タイミング差、前記第1の移動局から得られる信号と所望の

信号とから算出される誤差、自局が算出する前記第1の移動局の単位時間あたりの移動量、第1の移動局より受信される信号の電界強度、第1の移動局の応答ベクトルと第2の移動局の応答ベクトルとの相関値、及び第1の移動局より受信される信号の電界強度と第2の移動局より受信される信号の電界強度との比であり、前記判定手段は、前記指標の少なくとも3つをそれぞれのしきい値と比較することにより、前記第1の移動局と前記第2の移動局とを空間多重通信するか否かを判定するよう構成される。

【0087】この構成によれば、複数の指標のなかから少なくとも3つの指標を使って空間多重の可否を判定するので、2つ以下の指標のみで空間多重の可否を判定するよりも、空間多重される確率は低くなるものの、指向性形成の精度は高くなり通信品質が保たれるという効果がある。また本発明の無線機基地局は、複数の移動局と通信する無線基地局であって、空間多重して通信している第1の移動局と第2の移動局について、第1の移動局の通信品質を示す指標に基づいて、前記第1の移動局と第2の移動局との空間多重を継続するか否かを判定する判定手段と、継続しないと判定した場合に前記第1の移動局と前記第2の移動局との空間多重を解除する解除手段とを備え、前記指標は、無線基地局から前記第1の移動局への信号の送信タイミングと無線基地局から前記第2の移動局への信号の送信タイミングとの間の送信タイミング差、前記第1の移動局から得られる信号と所望の信号とから算出される誤差、自局が算出する前記第1の移動局の単位時間あたりの移動量、第1の移動局より受信される信号の電界強度、第1の移動局の応答ベクトルと第2の移動局の応答ベクトルとの相関値、及び第1の移動局より受信される信号の電界強度と第2の移動局より受信される信号の電界強度との比のうちの少なくとも3つであることを特徴とする。

【0088】この構成によれば空間多重して通信している各移動局について、少なくとも3つの指標から空間多

重を維持するか解除するかを判定するので、空間多重して通信している間において、指向性形成の精度が劣化することなく通信品質が保たれるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態の無線基地局100の構成を示すブロック図である。

【図2】しきい値テーブル200の構成を示す。

【図3】品質指標値テーブル300の一例を示す。

【図4】新規PS情報400の構成を示す。

【図5】リンクチャネル確立時の制御部80を中心とする処理手順を示すシーケンス図である。

【図6】図5の多重判定処理の詳細を示すフローチャートである。

【図7】制御部80が行う監視処理の手順を示すフローチャートである。

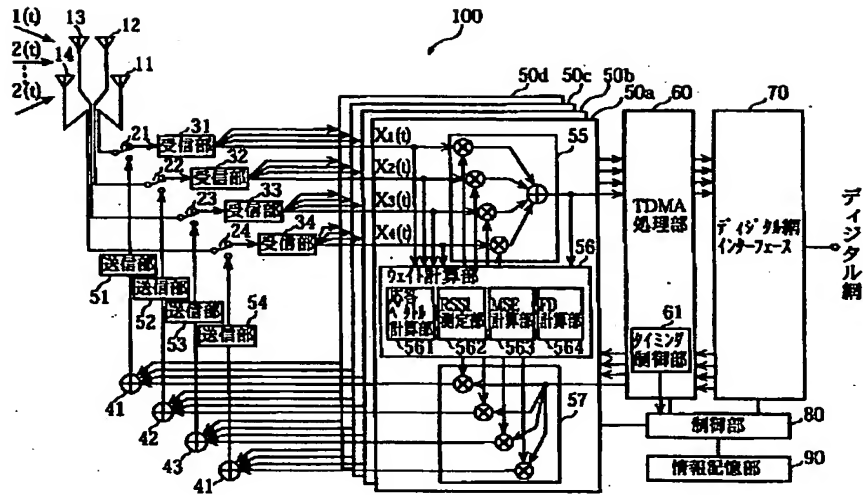
【符号の説明】

11~14	アンテナ
21~24	送受信切替えスイッチ
31~34	受信部
41~44	加算部
51~55	送信部
51a~51d	信号処理部
55	アレイ受信部
56	ウェイト計算部
561	応答ベクトル計算部
562	RSSI測定部
563	MSE計算部
564	FD計算部
57	アレイ受信部
60	TDMA処理部
61	タイミング制御部
70	デジタル網インタフェース
80	制御部
90	情報記憶部

【図2】

しきい値テーブル200					
201	202	203	204	205	206
相関しきい値 J_t	電界強度差 しきい値 K_t	送信 タイミング差 しきい値 L_t	平均2乗誤差 しきい値 E_t	フェーシング スピード しきい値 S_t	電界強度 しきい値 H_t

【図1】



【図3】

品質指標値テーブル 300

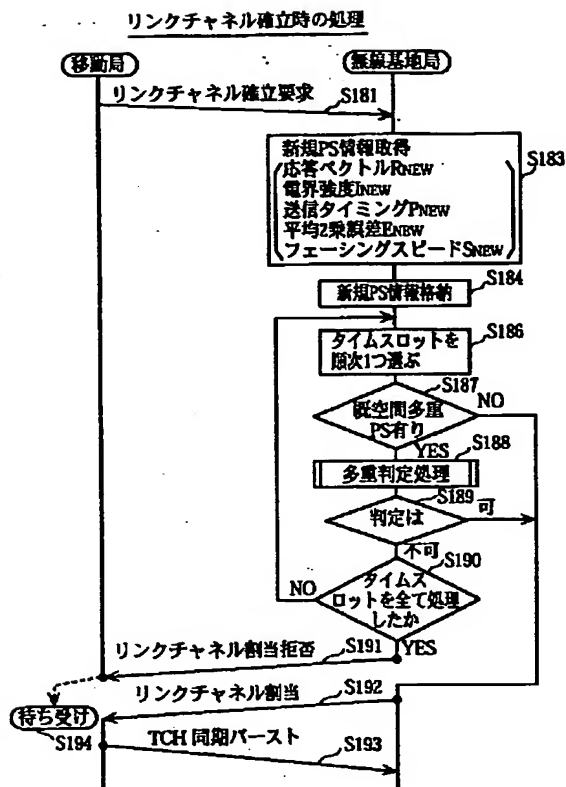
301 タイム スロット 番号	302 チャンネル番号	303 応答 ベクトル	304 電界強度	305 送信 タイミング	306 平均2乗誤差 (MSE)	307 フェーシング スピード(FD)
2	1	R ₁	I ₁	P ₁	E ₁	S ₁
	2	R ₂	I ₂	P ₂	E ₂	S ₂
	3	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)
	4	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)
3	5	R ₅	I ₅	P ₅	E ₅	S ₅
	6	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)
	7	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)
	8	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)	(空白)
4	9	R ₉	I ₉	P ₉	E ₉	S ₉
	10	R ₁₀	I ₁₀	P ₁₀	E ₁₀	S ₁₀
	11	R ₁₁	I ₁₁	P ₁₁	E ₁₁	S ₁₁
	12	R ₁₂	I ₁₂	P ₁₂	E ₁₂	S ₁₂

【図4】

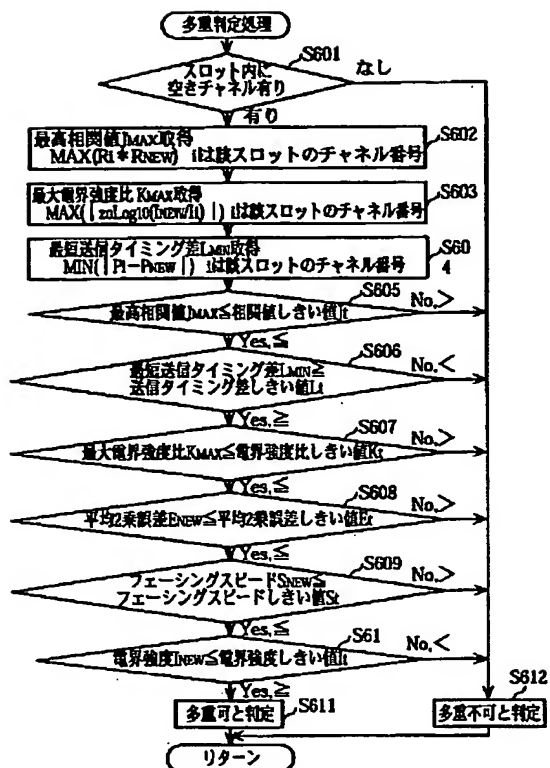
新規PS情報400

401 応答ベクトル R _{NEW}	402 電界強度 I _{NEW}	403 送信 タイミング P _{NEW}	404 平均2乗誤差 E _{NEW}	405 フェーシング スピード S _{NEW}
-----------------------------------	---------------------------------	--	-----------------------------------	---

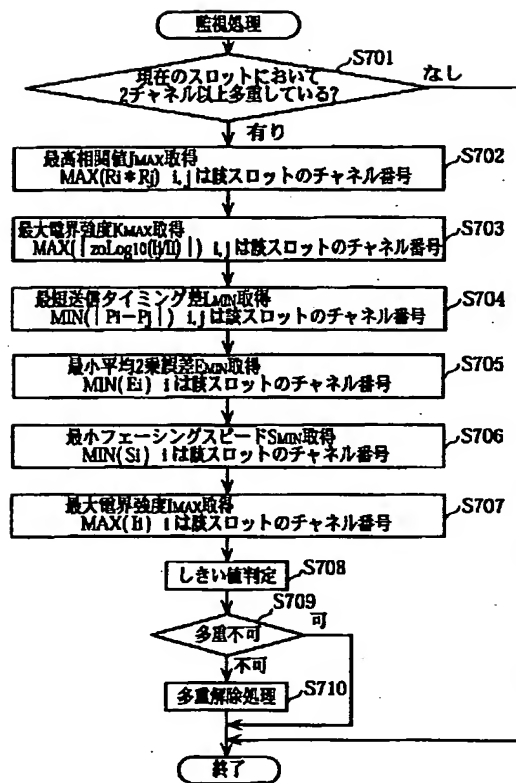
【図5】



【図6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 4 B	17/00	H 0 4 J 3/00	K
		15/00	
H 0 4 J	3/00	H 0 4 B 7/26	1 0 5 D
	15/00		D

Fターム (参考) 5K022 FF00
 5K028 AA01 BB06 CC02 CC05 DD01
 DD02 HH02 KK01 LL02 SS02
 SS12
 5K042 AA06 BA01 CA02 CA13 DA11
 DA19 EA01 EA14 FA15 GA01
 5K059 CC01 CC02 CC03 DD02 DD32
 DD35 DD37 EE02
 5K067 AA03 AA11 CC04 CC24 EE02
 EE10 EE71 GG03 KK03